

Das Sehen der Insekten.

Von Univ. Prof. Dr. phil. et med. L. Kathariner, Freiburg (Schweiz).

Für die Beurteilung der Funktion eines Sinnesorgans gilt ganz allgemein, daß ein Analogieschluß umso weniger berechtigt ist, je größer die Abweichungen im Bau des betreffenden Organs bei Tier und Mensch sind. Es gilt dies in hervorragendem Maße von den Organen der Insekten, im speziellen von den Organen des Gesichtssinns, den Augen. Nur mit dem lebenden Tier zweckmäßig angestellte Versuche vermögen über die Art der Sinneswahrnehmung richtigen Aufschluß zu geben. Was nun das Sehen überhaupt anbelangt, so muß bei der Gesichtswahrnehmung zweierlei unterschieden werden, die Lichtempfindlichkeit und das Farbenwahrnehmungsvermögen. Daß erstere den Insekten zukommt, steht außer Zweifel. Es ist eine sprichwörtlich bekannte Erscheinung, daß Nachtschmetterlinge, wie die Motten, von der künstlichen Lichtquelle angezogen um die Lampe flattern. Auch viele andere Insekten, welche in der Nacht zum Flug aufgeschreckt werden, verhalten sich ähnlich. Die Tagesinsekten, also die Mehrzahl der Kerfe, sind Lichttiere ganz hervorragender Weise. Nicht nur ihre Larven, sondern auch die Imagines sind als Tiere auf die Pflanzen als ihre Nahrungsquelle angewiesen. Letztere müssen sie aufsuchen, um ihre Eier abzulegen und die Brut mit Futter zu versorgen, sowie ihre eigene aus Zuckersaft bestehende Nahrung zu gewinnen, der ihnen meistens im Nektar der Blüten geboten wird. Aus allem ergibt sich, daß die Beziehungen zwischen Insekten und den Pflanzen die innigsten sind. Diese basieren auf den Funktionen der Sinnesorgane, von denen hier das Sehen besprochen werden soll.

Im biologischen Zentralblatt (Bd. 37 Nr. 10) versucht Prof. Demoll die auffallende Erscheinung zu erklären, warum die gleiche Anziehung nicht auch vom Mond und von der Sonne auf die Tiere ausgeübt wird. (Die bannende Wirkung künstlicher Lichtquellen auf Insekten). Danach ist es nicht der absolute Wert der Lichtstärke, welcher die Tiere anzieht, sondern vielmehr sein relativer Wert gegenüber der dunklen Umgebung.

Während nun die Lichtempfindlichkeit (Heliotropismus) des Insektenauges unbestritten ist, steht es anders mit der Farbenwahrnehmung. Es ist ein bekannter optischer Lehrsatz, daß das Sonnenlicht, das Tageslicht, für das Auge farblos ist, daß es aber beim Passieren eines dichteren Mediums als die Luft (Wasser, Glas etc.) sich als aus farbigen Lichtstrahlen zusammengesetzt erweist*); diese sogenannten Spektralfarben geben zusammen weißes Licht (Komplementärfarben). Die sieben wichtigsten Spektralfarben sind: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett. Mit ihren etwa 150 Nuancen bilden sie das Spektralband, zwischen Rot und Violett am einen und dem andern Ende. Die Farben wirken auf die lichtempfindliche Substanz der Sehzellen der Netzhaut des Auges ein und lösen dadurch eine Farbenempfindung aus. Der Grad, in welchem die Sehsubstanz erregt wird, bedingt die größere oder geringere Helligkeit einer Farbe, so daß bei gleichem Hellig-

*) Nach der Undulationstheorie beruht das farbige Licht auf transversalen Schwingungen der Moleküle des Lichtäthers; für Rot ist die Wellenlänge am größten 760,4 $\mu\mu$, für Violett 410,2 $\mu\mu$; die Schwingungszahl pro Sekunde ist für Rot 349, für Violett 731 Billionen. 1 μ = 1 Tausendstel, 1 $\mu\mu$ = 1 Millionstel-Millimeter.

keitswert eine dunklere Farbe stärker auf das Auge einwirken kann, wenn sie die Umsetzung der Sehsubstanz in stärkerem Grad bewirkt. Für die Wirbeltiere und das farbentüchtige Menschaugenauge ist bei gleichem farblosen Helligkeitswert Rot heller als Blau, während es für die Wirbellosen, also auch die Insekten, und den farbenblinden Menschen umgekehrt ist. Für den Farbenwert einer Mischfarbe ist der Helligkeitswert einer jeden der Komponenten maßgebend.

Für das Insektenauge ist nach den neuesten Untersuchungen eine Farbe um so heller, je näher sie nach dem violetten Ende des Spektralbands liegt, während rotes Licht nur einen geringen Reizwert hat, so daß Rot fast wie Grauschwarz wirkt, andererseits nimmt der Reizwert der Spektralfarben nach dem violetten Ende des Spektrums hin zu. Es kann bei gleicher Lichtstärke eine für unser Auge viel hellere rote Mischfarbe für das Insektenauge dunkler sein und umgekehrt eine für uns dunklere blaue Milchfarbe heller.

Der Münchener Professor der Ophtalmologie Prof. Dr. C. v. Hess hat festgestellt, daß der motorische Reizwert für das Insektenauge und das total farbenblinde Menschaugenauge gleich ist. Man versteht unter partieller Farbenblindheit die Unfähigkeit des Auges, bestimmte Farben wahrzunehmen; am häufigsten ist die Rotgrünblindheit, das Unvermögen Rot und Grün voneinander zu unterscheiden, seltener ist die Blaugelbblindheit und am seltensten die totale Farbenblindheit, bei der alle Objekte im farblosen Lichte in einem und demselben helleren oder dunkleren Grau erscheinen. Die von H. festgestellte Farbenblindheit der Insekten**) hat deshalb in theoretischer Beziehung ein hohes Interesse, weil die Beantwortung vieler biologischer Fragen, namentlich der Zuchtwahllehre Darwins, davon abhängt, ob das Farbenwahrnehmungsvermögen der Insekten mit dem des farbentüchtigen Menschauges übereinstimmt. Bisher wurde diese Übereinstimmung als zutreffend vorausgesetzt; beruhen doch darauf nach Ansicht der meisten Biologen die bunten Färbungen und Zeichnungen der Blüten der „entomophilen“ Pflanzen. In „Blumen und Insekten“ wird von Lubbock das Wechselverhältnis beider Lebewesen daraus abgeleitet, und auch Hermann Müller geht bei seiner Lehre von der Befruchtung der Blumen durch Insekten davon aus, daß letztere Zeichnung und Färbung der Blüten durch den Gesichtssinn wahrzunehmen vermögen.

Die Blütenfarben, meist Rot, Gelb und Blau, sind Reflexfarben, welche dadurch zustande kommen, daß von den Spektralfarben des Sonnenlichts alle andern absorbiert werden, so daß nur die reflektierte Farbe auf die Sehsubstanz einwirkt und zur Wahrnehmung gelangen kann.

Um nun festzustellen, welche von zwei Farben den stärkern lokomotorischen Reizwert für das Auge der Insekten habe, die er zu seinen

**) Dem Einwand von v. Frisch gegenüber, daß die Übereinstimmung zwischen dem total farbenblinden Menschen und der Biene bezüglich des Helligkeitswerts der Farben sich aus der Dunkeladaption des Bieneauges erklärte, weist H. darauf hin, daß bei seinen Versuchen vor dem Flugloch des Stockes abgefangene, also helladaptierte, Bienen benutzt wurden. Nimmt man also an, daß das Purkinjesche Phänomen auch für die Biene zutrifft, so würde es hier doch nicht für eine Umkehrung des Helligkeitswertes der Farben in Frage kommen; wie für das dunkeladaptierte Menschaugenauge nimmt nämlich der lokomotorische Reizwert nach Rot hin ab, nach Violett hin zu.

Versuchen heranzog, ging H. von der Tatsache aus, daß die Bienen außerordentlich Helligkeitsempfindlich sind, so daß sie auch auf für uns kaum wahrnehmbare Helligkeitsunterschiede reagieren, indem sie stets der größeren Helligkeit zustreben.

Ein etwa 200 Bienen enthaltener Glaskasten wurde in der Mitte eines 2 m langen, innen geschwärzten, tunnelartigen Rohrs aufgestellt. Brachte man nun an die beiden Endöffnungen des Rohrs eine Lichtquelle und zog dann den sie verdunkelnden Schirm weg, sammelten sich die Tiere an der Seite des Kastens, welche dem für sie hellsten Licht am nächsten lag. Waren zwei Farben untereinander zu vergleichen, so wurde farbloses Licht von einer mit der Farbe gestrichene, in 45° schräg gestellte Tafel in je eines der beiden Tunnelenden reflektiert. Die Tiere liefen stets nach der helleren Seite. Auch konnte der aus Oelpapier bestehende Boden des Tunnels mit farbigem Licht durchleuchtet werden. Wurden Rot und Blau miteinander verglichen, wurde Rot nur aufgesucht wenn es bedeutend stärker beleuchtet wurde; sonst Blau, wenn es uns auch dunkler erschien. Die Bienen verhielten sich entsprechend. Zugleich ließe sich hier erkennen, daß die beiden seitlichen Fazettenaugen der Helligkeitsempfindung gleichfalls dienen, nicht die einfachen Punktaugen auf dem Scheitel. Daß es nicht der Gesichtssinn der Biene ist, welcher sie zur Honigquelle der Blüten führt, ergibt sich auch daraus, daß Rot so häufig unter den Blütenfarben vorkommt, trotz seines geringen lokomotorischen Reizwerts. Nach Hermann Müller waren unter 150 Alpenblumen 68 weiß oder gelb, 52 mehr oder weniger rot und 30 blau oder violett.

Für die Biene erwies sich jeweils die Farbe am hellsten, und ihr lokomotorischer Reizwert am größten, welche auf ihr den total farbenblinden Menschen die hellste war. Diese Uebereinstimmung in der Farbenwahrnehmung des Insektenauges und des total farbenblinden Menschauges bezüglich des lokomotorischen Reizwertes eines farbigen Lichts wurde auch durch die Versuche von Hess mit dem Differential-Pupilleskop genannten Apparat bestätigt. Läßt man nämlich Licht in die Pupille des Lebenden einfallen, so verkleinert sich dieselbe infolge einer Kontraktion des Schließmuskels (Sphincter pupille); diese Zusammenziehung ist um so stärker, je heller das Licht ist. H. konstatierte zunächst, welchen Helligkeitwert eine Farbe gegenüber einem bestimmtgradigen farblosen Licht hätte und fand, daß dieselbe Farbe für die Biene und den total farbenblinden Menschen die hellste war. Der Helligkeitwert einer Spektralfarbe nahm nach Violett hin zu, nach Rot hin ab; Gelb und Gelbgrün hatte für die Biene den größten Helligkeitwert. Der geringere Reizwert von Rot für das Insektenauge geht auch aus einer Beobachtung hervor, welche E. Wasmann (Biologisches Zentralblatt Bd. 38, Nr. 3) mitteilt. Die kleine Stubenfliege (*Homalomyia cunicularis* L.) war im photographischen Dunkelzimmer, welches durch eine Rübinglasbirne erleuchtet wurde, für die Annäherung des Fingers völlig blind; dagegen flog die Fliege vor dem Finger jedesmal fort, wenn in fast 6 m Entfernung eine verhängte elektrische Birne entzündet wurde, deren Licht nur als schwacher Dämmerchein zu den Fliegen gelangen konnte. Es ergibt sich daraus einerseits die Rotblindheit der Fliege, andererseits ihre hohe Empfindlichkeit für weißes Licht. Auch v. Frisch, der sonst für das Farben-

wahrnehmungsvermögen der Insekten warm eintritt, gibt H. die Rotblindheit der Honigbiene zu.

Nicht nur rücksichtlich der Wechselbeziehung zwischen Blumen und Insekten hängt von dem Farbenwahrnehmungsvermögen der Insekten so sehr viel ab, daß ganze Gebiete von pflanzenphysiologischen Fragen eine negative Beantwortung erfahren, falls ein solches fehlt, sondern auch eine Reihe zoologisch-biologischer Probleme werden davon wesentlich betroffen. Die Hypothese von der geschlechtlichen Zuchtwahl geht ja davon aus, daß jeweils das farbenschönste Männchen vom Weibchen bevorzugt wird; es muß sich also auch für den Gesichtssinn als solches präsentieren. Viele Mimikryfälle setzen voraus, daß der Verfolger sich in der Gesichtswahrnehmung irrt, daß also seine Sinneswahrnehmungen mit denen des menschlichen Forschers übereinstimmen. Wie wir sahen, ist die Voraussetzung einer Gleichheit des Sehens der Insekten und der Gesichtswahrnehmungen des Menschen irrtümlich. Damit fallen auch darauf basierenden Analogieschlüsse. Wie groß die Differenzen sein können, möge ein Beispiel erläutern. Handelt es sich um eine blaue Zeichnung auf rotem Grund, so wird dieselbe für uns dunkel auf hellem Grund sein, während für das Insekt die Zeichnung heller sein kann.

Leucopis nigricornis Eggers, eine in Schild- und Blattläusen parasitierende Fliege.

Von F. Schumacher, Charlottenburg.

Leucopis nigricornis Eggers spielt als Parasit bei Schild- und Blattläusen eine wichtige Rolle. Gewisse Cocciden sind oft im hohen Maße von den Larven der Fliege befallen. Als Wirtstiere sind mir die folgenden Schild- und Blattläuse bekannt geworden:

A. Coccidae.

1. *Eriopeltis lichtensteini* Sign.

In der Kollektion H. Löw im Berliner Zoologischen Museum befindet sich die Fliege in großer Zahl. Der Fundort fehlt leider. Wie die dabei steckenden Cocciden beweisen, sind sie aus der genannten Schildlaus gezogen. Die Fliegen schlüpften am 6. Mai 1862.

Reh erhielt zahlreiche Exemplare aus einer von Gruner stammenden Sendung aus der Jungfernheide (Mark Brandenburg). (Allgemeine Zeitschrift f. Ent. VIII, 1903, S. 465).

Bollow zog die Fliege in Menge aus Läusen, die in Finkenkrug gesammelt waren. Sie schlüpften Anfang Mai 1917. Bis zu 60 % der Tiere waren befallen (Mark Brandenburg). (Deutsch. Ent. Zeitschrift 1917 S. 173).

Herberg stellte bei Potsdam (Mark Brandenburg) einen Befal von 33 % fest. In 1718 Kokons waren 558 Fliegenpuppen enthalten. Er beschreibt die Larven und Puppen. Die Schlupfzeit wird nicht angegeben. (Dissert. 1918 aus Arch. f. Naturgesch. 1916. A. 10. S. 39).

Aus derselben Laus zog ich die Fliege Mai 1913 (Müncheberg Mark) und Mai 1917 (Spandau, Brieselang, Grunewald).